

(5)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Int. Cl. 2:

G 01 D 30

DT 25 11 683 A 1

(11)

## Offenlegungsschrift 25 11 683

(21)

Aktenzeichen: P 25 11 683.0

(22)

Anmeldetag: 18. 3. 75

(23)

Offenlegungstag: 30. 9. 76

(30)

Unionspriorität:

(22) (33) (31)

(54)

Bezeichnung: Induktiver Stellungsgeber

(71)

Anmelder: Metrawatt GmbH, 8500 Nürnberg

(72)

Erfinder: Puschban, Friedrich, Ing.(grad.), 8505 Röthenbach

ORIGINAL INSPECTED

⊕ 9.76 609 840/454

7/70

2511683

Induktiver Stellungsgeber

Die Erfindung bezieht sich auf einen induktiven Stellungsgeber gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1. Bisher hat man als Stellungsgeber meistens Potentiometer verwendet, bei denen die Stellung als Widerstand oder el. Spannung über einen Schleifkontakt dargestellt wurde. Alle diese Potentiometer, selbst hochwertige und teuere Plastic-Potentiometer, unterliegen einem Verschleiß und verschmutzen, so daß besonders bei häufiger Bewegung, wie z.B. bei Digital-Plottern, Kontaktschwierigkeiten auftreten. Auch ist das Auftreten eines Rauschens bei Bewegung des Schleifkontakte oft nicht vermeidbar. Man ist deshalb bemüht, diese Potentiometer durch kontaktlose Stellungsgeber zu ersetzen. Lichtelektrische Stellungsgeber sind entweder sehr aufwendig oder ungenau, kapazitive Stellungsgeber benötigen hohe und schwierig zu beherrschende Betriebsfrequenzen und bisher bekannte induktive Stellungsgeber sind bis jetzt zu voluminös und von ihrer Bauform her wenig geeignet, ohne großen konstruktiven Aufwand ein geradlinig angeordnetes Potentiometer zu ersetzen. Diese induktiven Stellungsgeber haben besonders den Nachteil, daß ihre Baulänge wesentlich größer ist, als der nutzbare Stellweg des Tastgliedes.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die unter Vermeidung der Mängel bekannter Anordnungen als Stellungsgeber für geradlinig verlaufende Stellwege geeignet ist, wenig Raum beansprucht, genau arbeitet sowie einfach und billig aufgebaut ist. Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art durch die in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen genannt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig.1: den prinzipiellen Aufbau des induktiven Stellungsgebers in einer Ausbildung mit zwei Sekundärwicklungen a) in der Draufsicht und b) von der Seite gesehen,

Fig.2: den Verlauf der beiden Sekundärwechselspannungen in Abhängigkeit von der Kernstellung,

Fig.3: den Verlauf der Sekundärgleichspannung nach einer Gleichrichtung und Differenzbildung in Abhängigkeit von der Kernstellung,

Fig.4: die vorteilhafte Ausbildung mehrerer Windungen einer Sekundärwicklung bei linearem Verlauf der Ausgangsspannung,

Fig.5: die vorteilhafte Ausbildung mehrerer Windungen einer Sekundärwicklung bei quadratischem Verlauf der Ausgangsspannung,

Fig.6: eine Ausführungsform des induktiven Stellungsgebers in Gesamtdarstellung a) von vorne, b) im Schnitt und c) von oben gesehen,

Fig.7: eine Ausführungsform mit Primär- und Sekundärwicklung als gedruckte Schaltung,

Fig.8: eine Ausführungsform mit 2 Trägerplatten für Sekundärwicklungen in planparalleler Anordnung und E-förmigem Kern.

Die Erfindung geht von dem Grundgedanken aus, daß der mit einer Sekundärwicklung verkettete Magnetfluß im Luftspalt eines beweglich angeordneten Kernes und damit die in dieser Wicklung induzierte Spannung abhängig von der Stellung dieses Kernes, einen linearen oder in definierter Weise nichtlinearen, z.B. quadratischen, Verlauf haben soll. Hierzu ist, wie in Fig.1 dargestellt, ein als

Tastglied fungierender ferromagnetischer Kern 1 so ausgebildet, daß er zusammen mit der von Wechselstrom durchflossenen Primärspule 2 einen magnetischen Fluß ausbildet, der über einen Luftspalt 3 geschlossen ist. Die verstärkten und planparallelen freien Schenkel des Kernes 1 bilden diesen Luftspalt 3, in dem dann ein homogenes Magnetfeld entsteht. Der gesamte Kern 1 ist daher vorzugsweise U-förmig gestaltet und wird in seinem Mittelstück von der Primärwicklung 2 umschlossen.

Um nun das angestrebte Ziel, eine sich mit der Stellung des Kernes 1 ändernde Verkettung des Magnetflußes mit der Sekundärwicklung 4,5 zu erreichen, ist eine besondere mechanische Anordnung dieser Wicklung erforderlich. In der Prinzipdarstellung nach Fig.1 besteht jede Sekundärwicklung 4,5 aus nur einer Windung, die so geformt ist, daß sie eine keilförmige Fläche umschließt, die sich entlang der ganzen Bewegungsebene des Luftspaltes 3 erstreckt. Taucht nur die Keilspitze der Windung 5 in den Luftspalt 3 des Kernes 1 ein, so ist der mit der Windung verkettete Flußanteil nur gering. Durch die Keilform der Windungsfläche wird jedoch erreicht, daß der verkettete Flußanteil bei einer Verschiebung des Kernes 1 entgegen der Keilrichtung der Windung stetig zunimmt. Hierdurch steigt die in der Windung 5 erzeugte Sekundärspannung ebenfalls stetig.

In Fig.1 sind zwei Sekundärwicklungen 4,5 mit jeweils nur einer Windung dargestellt. Die keilförmig gestalteten Windungen sind dabei nebeneinander angeordnet, wobei aber die Keilspitzen in entgegengesetzte Richtungen weisen. Abhängig von der Stellung des Kernes 1 zeigt die Fig.2 die induzierten Sekundärspannungen, wo bei die Spannungskurve 6 zur Sekundärwicklung 4 und die Spannungskurve 7 zur Sekundärwicklung 5 gehört. Werden die beiden Sekundärspannungen gleichgerichtet und anschließend voneinander subtrahiert, so ergibt sich der in Fig.3 dargestellte Verlauf einer Gleichspannung 8, die einen vollständigen Ersatz für eine gleichstromgespeiste Potentiometerbrücke darstellt. Von Vorteil ist, daß der Stellungsgeber von einer Mittel-Null-Stellung ausgehend, sowohl ein positives wie auch ein negatives Spannungssignal erzeugen kann. Verwendet man dagegen nur eine Sekundärwicklung, so muß man mit einer anderen Nullpunktunterdrückung arbeiten, um die gleiche Charakteristik zu erhalten.

Von wesentlicher Bedeutung ist die mit dem Stellungsgeber erreichbare Linearität. Sie ist von der Ausbildung des Luftspaltes 3 (Linearität der Luftspaltinduktion) und der Form der Sekundärspulen 4,5 abhängig. Eine sehr gute Linearität ist mit einer Sekundärwicklung, wie sie in Fig.4 dargestellt ist, erreichbar. Hier besteht die Sekundärwicklung aus mehreren Windungen, die in einer Ebene liegen und spiralförmig ineinander gelegt sind. Alle Windungen sind in Keilform ausgebildet, jedoch so, daß die stetige Änderung der in den Luftspalt eintauchenden Windungsfläche, innerhalb der Bewegungsebene des Kernes, auf alle Windungen aufgeteilt ist. Erreicht wird das, indem die jeweils nachfolgende Windung mit ihrer Keilspitze dort beginnt, wo der keilförmig verlaufende Teil 10 der vorhergehenden Windung in den parallelen Teil 11 mit gleichbleibender Breite übergeht. Die parallelen Teile der Windungskeile sind alle bis zum Ende der Kernbewegungsebene geführt und bilden dort den Spulenkopf 9.

Die in Fig.4 eingetragene strichlierte Gerade 12 gibt die Größe des sekundären Windungsflusses an. Sie zeigt gleichzeitig auch die Form einer elektrisch identischen Sekundärwicklung mit nur einer Windung. Die wesentliche Linearitätsverbesserung ergibt sich dadurch, daß unvermeidbare Unlinearitäten des Feldes im Luftspalt 3 nun nicht mehr in voller Größe in der Ausgangsspannung erscheinen, sondern dieser Wert durch Multiplikation mit dem Reziprokwert der Windungszahl reduziert wird. Des weiteren wird bei gleichen mechanischen Abmessungen die absolute Höhe der Ausgangsspannung proportional der Windungszahl erhöht.

So wie man sich die Anordnung der Windungen in Fig.4 aus der strichliert gezeichneten Geraden - bei linearem Verlauf der Ausgangsspannung - entstanden denken kann, so ist auch für jeden beliebigen nichtlinearen Zusammenhang zwischen Kernstellung und Sekundärspannung die Form der Sekundärspule bestimmbar. In Fig.5 ist dies für einen quadratischen Verlauf dargestellt, wobei die strichlierte Kurve 13 den geforderten quadratischen Zusammenhang enthält. Auf gleiche Weise wie in Fig.5 ein gegebener nichtlinearer Zusammenhang dargestellt werden kann, sind auch Korrekturen von unerwünschten Abweichungen (Fehlern) möglich, etwa bedingt durch Randeffekte, Einbaueinflüsse u.a.m.

Wegen der Präzision, die für die mechanische Anordnung der Sekundärwicklung notwendig ist, wird sie zweckmäßig nach dem Prinzip der gedruckten Schaltung sehr exakt hergestellt. Bei Anordnungen mit zwei Sekundärwicklungen kann die zweite Sekundärwicklung vorteilhaft auf der Rückseite einer doppelt kaschierten Trägerplatte aufgebracht werden. Es ist auch möglich, zur Erhöhung der Sekundärspannung mehrere Trägerplatten anzuordnen und die Sekundärwicklungen in Reihe zu schalten.

Um die beweglichen Stromzuführungen zur Primärwicklung einzusparen wird diese vorteilhaft so ausgeführt, daß sie den Kern umschlingt, ohne dessen Bewegung mitmachen zu müssen. Das bedeutet, daß die den Kern umschlingenden Windungen einen Hohlraum bilden müssen, in dem sich der Kern ungehindert bewegen kann. Die Darstellung eines induktiven Stellungsgebers, der mit einer feststehenden Primärwicklung 8 ausgestattet ist, zeigt Fig.6. Die Trägerplatte 14 für die Sekundärwicklung ist mit einem Halteteil 15 verbunden und trägt mit diesem zusammen die Primärwicklung 16. In den von der Primärwicklung 16 freigelassenen Hohlraum 17 greift der U-förmige Kern 18 ein. Sein Luftspaltfluß ist je nach Stellung zu einem Teil mit der auf der Trägerplatte 14 befindlichen Sekundärwicklung 20 verkettet. Die Primärwicklung 16 ist als freitragende Spule ausgeführt, um eine größere Windungszahl zu ermöglichen. Sie könnte jedoch, wie die Sekundärwicklung, ebenfalls nach dem Prinzip der gedruckten Schaltung hergestellt werden. Eine entsprechende Darstellung zeigt Fig.7.

Einen induktiven Stellungsgeber, der nach dem erfindungsgemäßen Prinzip, jedoch mit mehreren umschaltbaren Charakteristiken, arbeitet, erhält man, in dem man z.B. auf einer doppelt kaschierten Trägerplatte verschiedene Sekundärwicklungen, etwa für linearen und logarithmischen Zusammenhang zwischen Weg und Spannung auf bringt. Diese Umschaltung ist besonders bei der Anwendung dieser Stellungsgeber in Labor-Potentiometerschreibern von Bedeutung, da hier eine umschaltbare Charakteristik häufig gefordert wird.

- 6 -

Bei induktiven Stellungsgebern mit mehreren Sekundärwicklungen ist auch die planparallele Anordnung der Sekundärspulen gemäß Fig.8 möglich, wobei dann ein E-förmiger Kern 21 eintaucht und für die Änderung der Kopplung sorgt.

- 7 -

609840 / 0454

messen steuern regeln

14.3.1975

D 8500 NÜRNBERG, GÜNTHERSTRASSE 1

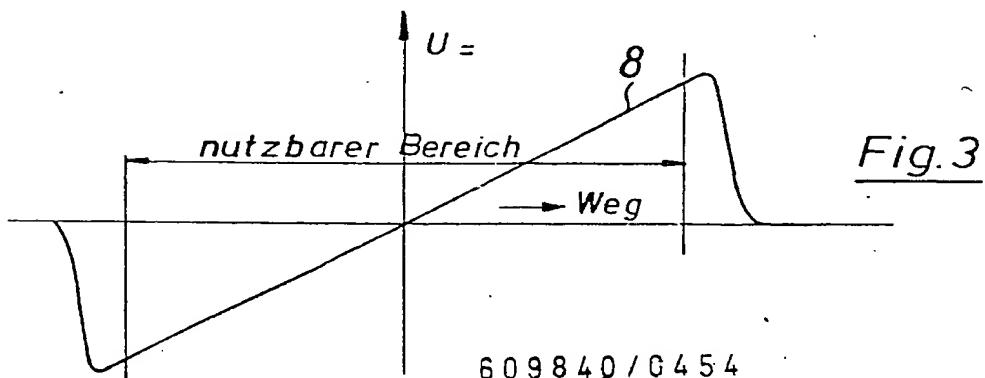
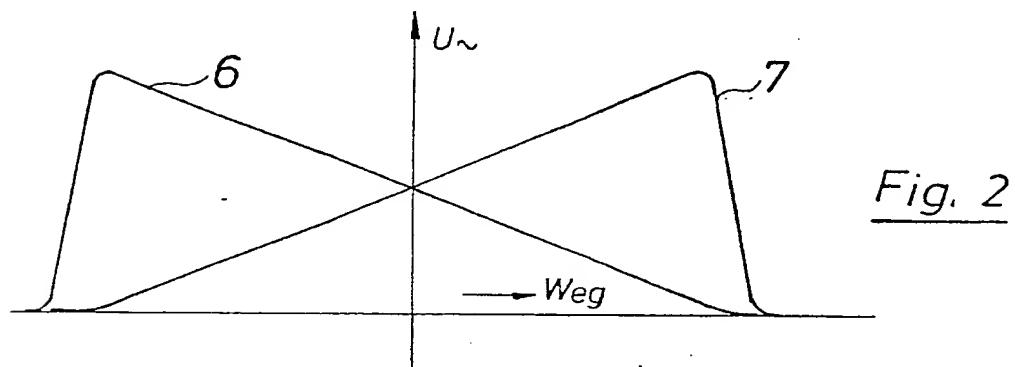
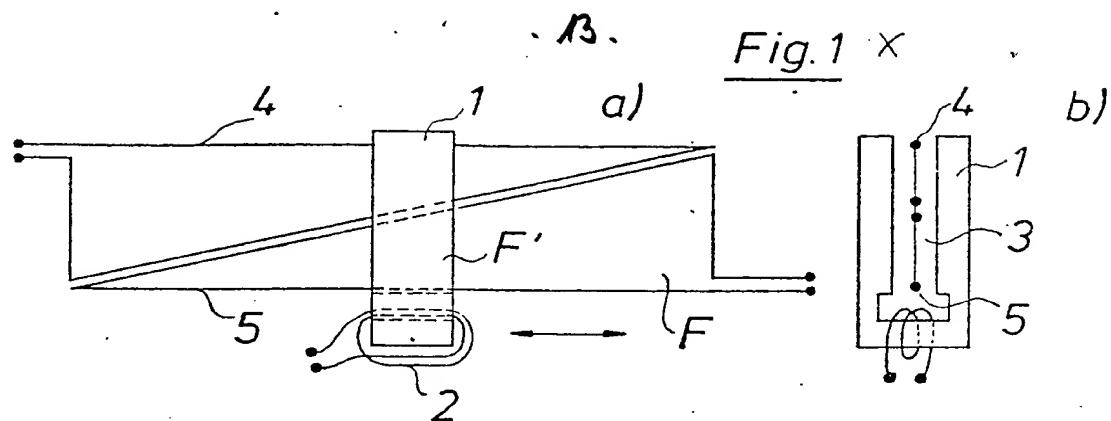
Patentansprüche

1. Induktiver Stellungsgeber, bei dem ein ferromagnetischer Kern zwischen einer mit Wechselstrom gespeisten Primärwicklung und mindestens einer Sekundärwicklung beweglich angeordnet ist und sekundärseitig eine Spannung abgreifbar ist, deren Wert der jeweiligen Stellung des beweglichen Kernes entspricht, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Windung einer oder mehrerer Sekundärwicklungen (4,5) entlang der geradlinigen Bewegungsebene eines von dem Kern (1) gebildeten Luftspaltes (3) ortsfest so angeordnet und bezüglich der von ihr umschlossenen Fläche (F) so geformt ist, daß abhängig von der Stellung des Kernes (1) ein sich ändernder, von der Windung umschlossener Flächenanteil (F) innerhalb des Luftspaltes (3), in dem ein von der Stellung des Kernes (1) unabhängiges, vorzugsweise homogenes Magnetfeld ausgebildet ist, so zu liegen kommt, daß sich ein dem Flächenanteil (F) entsprechender Magnetfluß mit der Windung verkettet.
2. Induktiver Stellungsgeber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (1) U-förmig gestaltet ist und an den Enden der beiden freien Schenkel des Kernes zwei sich planparallel gegenüberliegende Flächen, den Luftspalt (3) bilden, in dem jeweils ein von der Stellung des Kernes (1) abhängiger Teil der Sekundärwicklung (4,5) zu liegen kommt, während das Joch des Kernes (1) von der Primärwicklung (2) umschlossen ist.
3. Induktiver Stellungsgeber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Windungen der Sekundärwicklung (4,5) nach dem Prinzip der gedruckten Schaltung auf einer Trägerplatte so aufgebracht sind, daß sie eine entlang der Bewegungsrichtung des Luftspaltes verlaufende keilförmige Fläche einschließt.

4. Induktiver Stellungsgeber nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Windungen einer Sekundärwicklung so auf der Trägerplatte aufgebracht sind, daß die sich über die ganze Länge der Kernbewegungsebene ausdehnende Keilfläche in mehrere Teil-Keilflächen aufgeteilt ist und diese so ineinander gelegt sind, daß jeweils die Keilspitze der nachfolgenden Windung dort liegt, wo der keilförmig verlaufende Teil (10) der vorhergehenden Windung in einen parallelen Teil gleichbleibender Breite (11) übergeht und am Ende der Kernbewegungsebene den Spulenkopf (9) bilden.
5. Induktiver Stellungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der geforderte Funktionszusammenhang zwischen Stellung und Sekundärspannung durch die Lage der keilförmigen Teile (10) der Sekundärwindungen bestimmt ist.
6. Induktiver Stellungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eventuelle Abweichungen des geforderten theoretischen Zusammenhangs zwischen Kernstellung und Sekundärspannung durch geringfügiges Verschieben der keilförmigen Windungsteile (10) korrigierbar ist.
7. Induktiver Stellungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärwicklung (16) einen Hohlraum (17) umschließt, der sich entlang der ganzen Bewegungsebene des Kernes (18) erstreckt und in dem sich ein Schenkel des Kernes (18) ungehindert bewegen kann.
8. Induktiver Stellungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte (14) der Sekundärwicklung (20) und die Primärwicklung (16) ortsfest angeordnet sind und ein Halteteil (15) sie in ihrer Lage festhält.

9. Induktiver Stellungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer oder mehreren Trägerplatten beidseitig zwei oder mehr Sekundärwicklungen (4,5) so aufgebracht sind, daß deren Windungen keilförmige Flächen bilden, die über ihre ganze Länge nebeneinander liegen, aber einander entgegengerichtet sind, die ferner in Reihe oder gegeneinander geschaltet sind.
10. Induktiver Stellungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer oder mehreren Trägerplatten einseitig oder beidseitig Sekundärwicklungen mit unterschiedlicher Charakteristik aufgebracht sind, die eine Umschaltung des Funktionszusammenhangs zwischen Kernstellung und Sekundärspannung ermöglichen.
11. Induktiver Stellungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwei mit Sekundärwicklungen versehene Trägerplatten (22) parallel zueinander angeordnet sind und zusammen mit der rechtwinklig hierzu befestigten Primärwicklung (23) einen U-förmigen Körper bilden, in den ein E-förmig gestalteter Kern (21) eingreift und für die magnetische Kopplung sorgt.

<sup>JO</sup>  
Leerseite



2511683

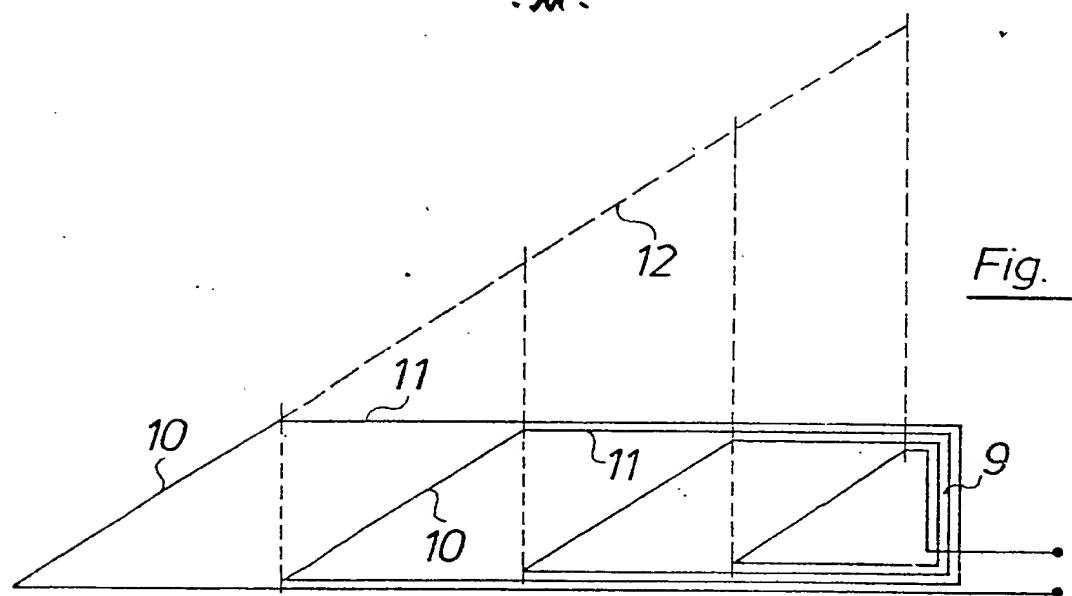


Fig. 4

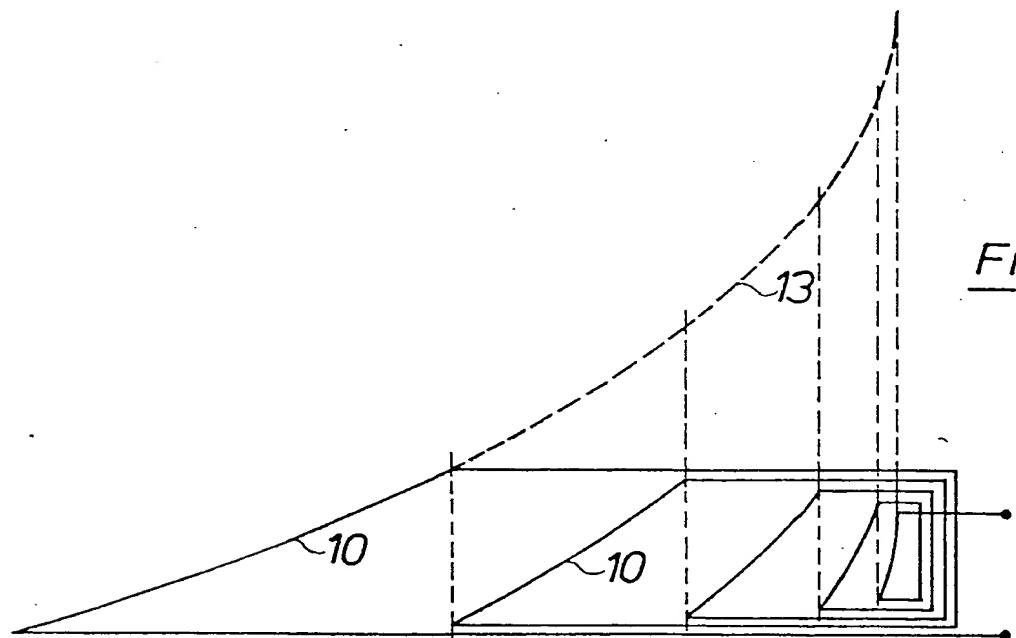
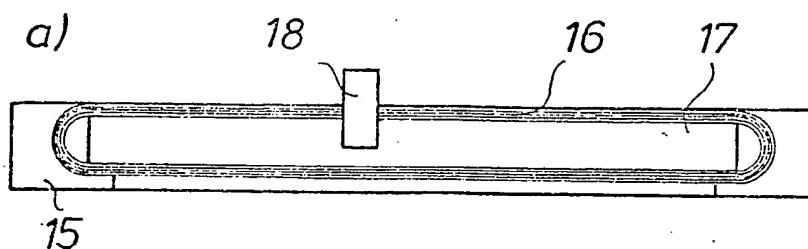


Fig. 5

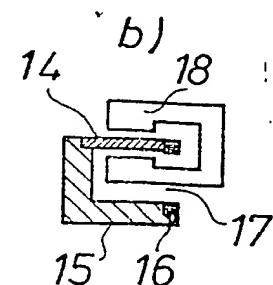
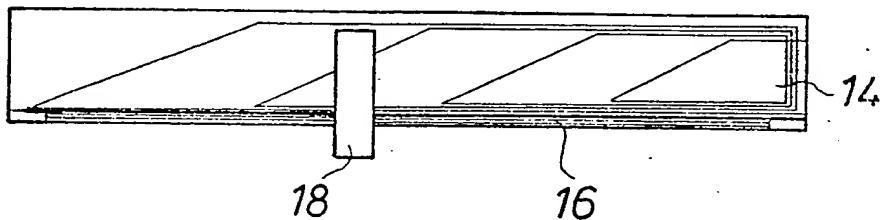
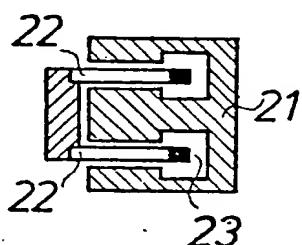
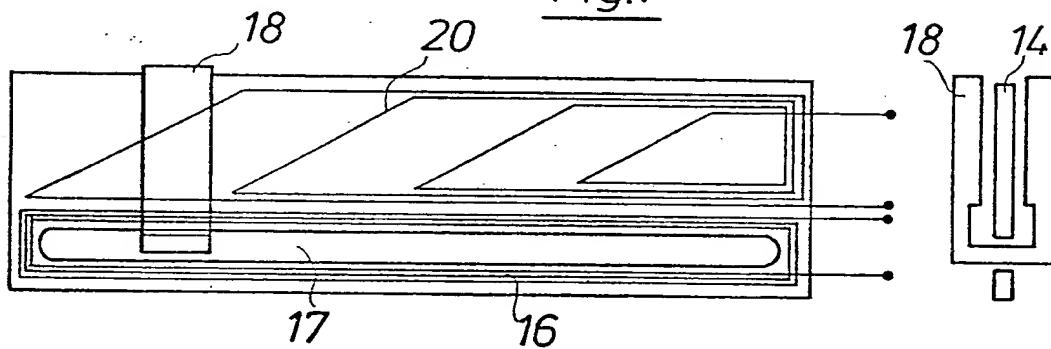
609840/0454

Fig. 6

a)



c) 20

Fig. 7Fig. 8